

М. А. Бєлошенко**Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна**Відповідальний автор: Beloshenko@gmail.com**ВИСОКОЧАСТОТНІ ПОЛЯ У ЗАМАГНІЧЕНОМУ ПЛАЗМОВОМУ ЦИЛІНДРІ
З ПРИОСЬОВОЮ ПОРОЖНИНОЮ,
ЗБУДЖУВАНУ АЗИМУТАЛЬНИМ ВЧ-СТРУМОМ**

Розглядається задача про розповсюдження електромагнітних хвиль у плазмовому циліндрі з циліндричною порожниною вздовж осі. В аксіальному напрямку розглядається трубчастий розряд, обмежений провідними стінками. Задача зводиться до системи шести диференціальних рівнянь на комплексні амплітуди полів і, зрештою, до диференційного рівняння четвертого порядку з оператором Бесселя та квадратом цього оператора на повздовжню комплексну амплітуду електричного поля у плазмі. Це рівняння (за виведенням) містить припущення однорідної плазми (компоненти тензора діелектричної проникливості не залежать від радіуса). Але існує інше (більш загальне) рівняння для неоднорідної плазми, придатне до його розв'язання методом скінченних різниць. Проте, перехід до скінченних різниць дає громіздкі вирази, що змушує обмежитися аналітичним розв'язком задачі з трубчастим розрядом лише у випадку однорідної плазми.

Ключові слова: тензор діелектричної проникливості, структура хвильових полів, геліконні хвилі, плазмовий циліндр з приосьовою порожниною.

М. А. Beloshenko**Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine**Corresponding author: Beloshenko@gmail.com**HIGH-FREQUENCY FIELDS IN A MAGNETIZED PLASMA CYLINDER
WITH A PERIAXIAL CAVITY EXCITED BY AN AZIMUTHAL RF CURRENT**

The problem of electromagnetic wave propagation in a plasma cylinder with a cylindrical cavity along the axis is considered. In the axial direction, the tubular discharge under consideration is limited by conductive walls. The problem is reduced to a system of six differential equations for complex field amplitudes and, with the remainder, to a fourth-order differential equation with the Bessel operator and the square of this operator for the longitudinal complex amplitude of the electric field in the plasma. This equation (by derivation) assumes a homogeneous plasma (the components of the permittivity tensor do not depend on the radius). But there is another (more general) equation for inhomogeneous plasma that is suitable for its solution by the finite difference method. However, the transition to finite differences gives very cumbersome expressions, which force us to limit ourselves to an analytical solution of the problem with a tubular discharge only in the case of a homogeneous plasma.

Keywords: dielectric permittivity tensor, structure of wave fields, helicon waves, plasma cylinder with a periaxial cavity.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. R.W. Boswell, F.F. Chen. *Helicons – the early years*. IEEE Trans. Plasma Sci. 25 (1997) 1229.
2. M.A. Lieberman, A.J. Lichtenberg. *Principles of Plasma Discharges and Materials Processing*. 2nd ed. (New York: Wiley, 2005) 757 p.
3. P. Chabert, N. Braithwaite. *Physics of Radio-Frequency Plasmas* (Cambridge: Cambridge University Press, 2011) 405 p.
4. V.F. Virko et al. Helicon discharge excited by a planar antenna in bounded volume. Probl. At. Sci. Technol. 6(20) (2014) 130.
5. V.F. Virko, Yu.V. Virko. Influence of nonuniform magnetic field on the helicon discharge excited by various antennas. Ukr. J. Phys. 64(3) (2019) 223.
6. V.F. Virko, Yu.V. Virko. Influence of boundary conditions on the plasma potential in a helicon discharge with planar antenna. Probl. At. Sci. Technol. 6(154) (2024) 67.
7. Y. Zhang, C. Charles, R. Boswell. Characterization of an annular helicon plasma source powered by an outer or inner RF antenna. Plasma Sources Sci. Technol. 25 (2016) 015007.
8. Я.Б. Файнберг, М.Ф. Горбатенко. Электромагнитные волны в плазме, находящейся в магнитном поле. ЖТФ 29 (1959) 549. / Ya.B. Fainberg, M.F. Gorbatenko. Electromagnetic waves in a plasma in a magnetic field. Sov. Phys. Tech. Phys. 4 (1959) 487. (Rus)
9. F.F. Chen. Helicon discharges and sources: A review. Plasma Sources Sci. Technol. 24(1) (2015) 014001.
10. D. Arnush. The role of the Trivelpiece-Gould waves in antenna coupling to helicon waves. Phys. Plasmas 7 (2000) 3042.

Надійшла / Received 23.12.2024